# TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BAĞLAMINDA ORTAÖĞRETİM (9–12. SINIF) COĞRAFYA EĞİTİMİ İÇİN DİSİPLİNE ÖZGÜ BİR YAPAY ZEKÂ OKURYAZARLIĞI ÇERÇEVESİ

A Discipline-Specific Artificial Intelligence Literacy Framework for Secondary Geography Education (Grades 9–12) within Türkiye's Century Education Model

**Ufuk SÖZCÜ,** https://orcid.org/0000-0002- 6809-4774

**Abdullah TÜRKER**[1] *https://orcid.org/0000-0003-3839-2735*

**Öz**

Yapay zekâ (YZ) okuryazarlığı, dijital çağın temel yetkinliklerinden biri olarak eğitim araştırmalarının odağına konumlanmaktadır. Ancak bu alanda üretilen başlıca çerçeveler, belirli bir disiplinden bağımsız olarak, genel bir kullanıcı yetkinliği anlayışından hareket etmektedir. Bu durum, coğrafya eğitiminin mekânsal düşünme, insan-çevre ilişkisi ve veri etiği gibi kendine özgü bilişsel, konusal ve etik niteliklerinin söz konusu çerçevelerde yeterince temsil edilememesine neden olmaktadır. Bu araştırma, kuramsal-kavramsal nitelikte olup bütünleştirici literatür derlemesi ile kavramsal çerçeve geliştirmeyi birleştiren bir desen benimsemektedir. Veri kaynağı olarak Web of Science, Scopus ve ERIC bibliyografik veri tabanları; tamamlayıcı tarama için Google Scholar; ULAKBİM TR Dizin, DergiPark ve YÖK Ulusal Tez Merkezi ile MEB/UNESCO/OECD kurumsal portalları taranmış; 2005–2026 yılları arasında yayımlanmış hakemli yayınlar, kurumsal politika belgeleri ve birincil belge olarak TYMM 2024 Ortaöğretim Coğrafya Dersi Öğretim Programı (9–12. sınıflar) analize dâhil edilmiştir. Bulgular, TYMM ortaöğretim coğrafya programında YZ boyutunun yer almaması nedeniyle kritik bir müfredat boşluğu oluştuğunu ortaya koymaktadır. Bu boşluk, MEB'in 2025 yılında yayımladığı Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ve Eylem Planı (2025–2029) ile politika düzeyinde farkında olunmakla birlikte, söz konusu belgede coğrafya eğitimine özgü somut bir uygulama çerçevesi yer almamaktadır. Bu makale, TYMM 2024 Ortaöğretim Coğrafya Dersi Öğretim Programı ekseninde 9–12. sınıf coğrafya eğitimi için disipline özgü bir YZ okuryazarlığı çerçevesi önermeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen Coğrafya Odaklı YZ Okuryazarlığı Çerçevesi (COYZOÇ) beş temel boyuttan oluşmaktadır: (1) Mekânsal YZ Farkındalığı, (2) Coğrafi Veri Okuryazarlığı, (3) Algoritmik Mekân Etiği, (4) Araç ve Uygulama Yetkinliği ve (5) Eleştirel Coğrafi Sorgulama. Makale müfredat geliştirme süreçleri ve öğretmen yetiştirme programları için kuramsal ve pratik öneriler de sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zekâ Okuryazarlığı, Coğrafya Eğitimi, Ortaöğretim (9–12. Sınıf), Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli

**Abstract**

Artificial intelligence (AI) literacy has emerged as a key focus in educational research, recognized as a fundamental competency of the digital age. However, the primary frameworks developed in this field are based on a general understanding of user competency, independent of any specific discipline. This results in the distinctive cognitive, thematic, and ethical characteristics of geography education—such as spatial thinking, human–environment relations, and data ethics—being inadequately represented within these frameworks. This study is theoretical and conceptual, combining an integrative literature review with conceptual framework development. Web of Science, Scopus, and ERIC bibliographic databases; Google Scholar for complementary searching; the ULAKBİM TR Index, DergiPark, and the Turkish Council of Higher Education Thesis Center; and the institutional portals of MEB, UNESCO, and OECD were searched. Peer-reviewed publications from 2005 to 2026, institutional policy documents, and the TYMM 2024 Secondary Geography Curriculum (Grades 9–12) as the primary document were included. The findings reveal that the absence of an AI dimension in the TYMM secondary geography curriculum constitutes a critical curricular gap. While this gap is acknowledged at the policy level in the Ministry of National Education's (MEB) Artificial Intelligence in Education Policy Document and Action Plan (2025–2029), the document does not include a concrete implementation framework specific to geography education. This article proposes a discipline-specific AI literacy framework for Grades 9–12 geography education based on the TYMM 2024 Secondary Geography Curriculum. The developed Geography-Focused AI Literacy Framework (COYZOÇ) consists of five core dimensions: (1) Spatial AI Awareness, (2) Geographic Data Literacy, (3) Algorithmic Spatial Ethics, (4) Tool and Application Competence, and (5) Critical Geographic Inquiry. The article also offers theoretical and practical recommendations for curriculum development and teacher training programs.

**Keywords:** Artificial Intelligence Literacy, Geography Education, Secondary Education (Grades 9–12), Türkiye's Century Education Model

[1] **Sorumlu Yazar:** Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye. E-mail: abdullahturker@gazi.edu.tr

## GİRİŞ

Günümüzde yapay zekâ (YZ), bireylerin gündelik yaşamının dokusuna hızla adapte olmaya başlamıştır. Bununla birlikte, bireylerin bu teknolojiyle ilişkisini düzenleyen yetkinlikler eğitim araştırmalarının öncelikli gündem maddelerinden biri hâline gelmiştir. Bu bağlamda YZ okuryazarlığı kavramı, bireylerin yapay zekâyı anlama, eleştirel biçimde değerlendirme ve etik çerçevede kullanma kapasitesini tanımlamak üzere hem kuramsal hem de uygulamalı literatürde giderek daha fazla yer bulmaktadır (Long & Magerko, 2020; Ng vd., 2021; Touretzky vd., 2019).

Bu genel çerçevelerin (Long ve Magerko, 2020; Ng vd., 2021; Touretzky vd., 2019) ötesinde, 2020 sonrasında farklı disiplinlerde disipline özgü YZ okuryazarlığı yaklaşımları geliştirme yönünde bir eğilim belirmiştir. Ancak bu girişimler tür, olgunluk ve doğrulama düzeyi bakımından türdeş değildir. Tıp eğitiminde Singla vd. (2024) bir Delphi çalışmasıyla yeterlik temelli bir müfredat geliştirmiş; buna karşın Tolentino vd. (2024) kapsam belirleme derlemesinde taranan 5104 kayıttan yalnızca 21'inin incelemeye alındığını, bunların yalnızca ikisinde müfredat çerçevesi unsurlarının bulunduğunu ve incelenen eğitim programlarının hiçbirinde yönlendirici bir teori, pedagoji veya çerçevenin açıklanmadığını raporlamıştır. Veteriner eğitiminde Huang ve Chu (2026), beş modüllü bir müfredatı henüz ampirik olarak sınanmamış bir perspektif yazısıyla önermiş; sosyal bilgiler eğitiminde ise Yetişensoy ve Rapoport (2023), kavramsal bir tartışmayla birlikte tek bir örnek ders planı sunmuştur. UNESCO'nun (2023) ilgili belgesi ise hukuk öğrencilerine yönelik bir okuryazarlık çerçevesi değil, yargı mensuplarına yönelik mesleki bir araç setidir. Dolayısıyla bu literatür, disipline özgü modellerin olgunlaşmaktan ziyade alanın henüz parçalı olduğunu; kuramsal temellerinin çoğu yerde belirtilmemiş ve büyük ölçüde ampirik olarak doğrulanmamış olduğunu göstermektedir. Türkiye bağlamında da YZ ve eğitim kesişimine yönelik lisansüstü tez çalışmalarının son yıllarda sayıca arttığı bir meta-sentez çalışmasıyla belgelenmiştir (Yeşilyurt vd., 2024); ancak bu niceliksel artış, disipline özgü modellerin gelişimine doğrudan kanıt oluşturmaz. Coğrafya eğitimine özgü doğrulanmış bir çerçevenin yokluğu bu tabloda öne çıkan boşluklardan biridir.

Mevcut YZ okuryazarlığı çerçeveleri genel bir kullanıcı yetkinliği anlayışından hareket etmekte; mekânsal akıl yürütme, insan-çevre ilişkisine dair sistematik düşünme ve coğrafi veri etiği gibi coğrafya eğitimine özgü unsurlar bu çerçevelerde büyük ölçüde yer almamaktadır. Bu durumda mekânsal veri algoritmalarında kodlanmış coğrafi önyargıları fark edemeyen bir öğrenci, bu araçları eleştirel bir perspektiften kullanmak yerine teknolojinin ürettiği sonuçları doğruymuş gibi kabul etme eğiliminde olacaktır.

Web tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS/GIS), uydu görüntüsü analizi, dijital haritalama ve konum tabanlı uygulamalar öğrencilerin mekânsal süreçleri anlama biçimlerini dönüştürerek coğrafya derslerinin hem içeriğini hem de yöntemini yeniden şekillendirmektedir (Bearman vd., 2016; Kerski, 2015). Bu gelişmeler, coğrafya ile yapay zekânın kesişim alanı olarak GeoAI kavramının ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Janowicz vd., 2020). Mai ve arkadaşları (2022), GeoAI'nin sembolik ve alt-sembolik bileşenlerini bir araya getiren, mekânsal olarak açık makine öğrenmesi yaklaşımının alanın yeni paradigması hâline geldiğini vurgulamaktadır.

Türkiye bağlamı bu tartışmaya özgünlük katmaktadır. MEB tarafından 2024 yılında yenilenen Ortaöğretim Coğrafya Dersi Öğretim Programı (CDÖP, 9–12. sınıflar), CBS ve dijital okuryazarlığı öne çıkarmıştır; ancak YZ, makine öğrenmesi ve algoritma kavramlarına yer vermemiştir (MEB, 2024). Yiğit Özüdoğru'nun (2024) programın yapı bileşenlerini (alan becerileri, kavramsal beceriler, eğilimler, okuryazarlık becerileri) inceleyen çalışması da YZ okuryazarlığını programatik bir bileşen olarak raporlamamıştır. İlgili çalışmanın araştırma sorusu YZ'yi doğrudan kapsamadığından, bu durum bağımsız bir 'doğrulama' sayılmamakla birlikte, mevcut müfredat boşluğuna ilişkin gözlemle tutarlıdır. 2025 yılında yayımlanan MEB Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ve Eylem Planı (2025–2029), dört stratejik hedef ve 40 eylem adımıyla müfredatlara YZ entegrasyonunu öncelikli gündem olarak benimsemekle birlikte, coğrafya gibi bağımsız disiplinler için somut bir uygulama çerçevesi sunmamaktadır (MEB, 2025).

Bu tablo, alanyazındaki boşluğun üç katmanlı bir yapıda olduğunu düşündürmektedir. Birincisi, egemen YZ okuryazarlığı çerçeveleri disiplinden bağımsız, genel bir kullanıcı yetkinliği anlayışı sunmakta (Long ve Magerko, 2020; Ng vd., 2021); buna karşın bu çerçevelerin alana özgü biçimde uyarlanması giderek daha güçlü savunulmaktadır (Casal-Otero vd., 2023; Allen ve Kendeou, 2024). İkincisi, K-12 düzeyinde YZ okuryazarlığının disipliner bağlama gömülü olarak öğretimi alanyazında hâlâ sınırlıdır (Casal-Otero vd., 2023). Üçüncüsü ve bu çalışma açısından en belirleyici olanı, coğrafya/GeoAI özelinde ortaöğretim düzeyinde ve ulusal bir müfredat yapısıyla doğrudan eşleştirilmiş, ampirik olarak doğrulanmış disipline özgü bir YZ okuryazarlığı çerçevesine bu taramada rastlanmamış olmasıdır. Coğrafya eğitiminde YZ'yi ele alan çalışmalar bulunmakla birlikte, bunlar COYZOÇ'tan tür ve amaç bakımından ayrışmaktadır: Wilby ve Esson (2024), The Geographical Journal'da yayımlanan bir yorum yazısında YZ araçlarının coğrafi araştırma ve öğretimdeki yeteneklerini ve sınırlılıklarını tartışmakta; ancak boyutları tanımlı bir yeterlik çerçevesi önermemektedir; Lee vd. (2025) ise üretken YZ'nin coğrafya eğitimine etkilerini özgün ve yeni bir çerçeveyle değil, mevcut bir genel eğitim teknolojisi modelini (SAMR) coğrafyaya uyarlayarak ele almakta ve ulusal bir müfredatla eşleştirme içermemektedir. Bu çalışmanın özgün

katkısı, tam da bu üçüncü boşluğu hedef alarak TYMM 2024 Ortaöğretim CDÖP yapısına eklemlenebilen kuramsal bir çerçeve (COYZOÇ) önermesi ve coğrafya eğitimini uluslararası düzeyde ivme kazanan disipline özgü YZ okuryazarlığı tartışmasıyla ilişkilendirmesidir.

Bu çalışma, söz konusu boşluğu gidermek amacıyla üç temel soruyu yanıtlamayı amaçlamaktadır:

(1) Mevcut YZ okuryazarlığı çerçeveleri, coğrafya eğitiminin kendine özgü bilişsel, konusal ve etik nitelikleri (coğrafi bilginin nasıl üretildiği, temsil edildiği ve eleştirel biçimde değerlendirildiği dâhil) açısından ne gibi sınırlılıklar taşımaktadır?

(2) Ortaöğretim (9–12. sınıf) coğrafya eğitimi için disipline özgü bir YZ okuryazarlığı çerçevesinin boyutları neler olmalıdır?

(3) Bu çerçeve TYMM'nin beceri tabanlı yapısıyla nasıl ilişkilendirilebilir?

## YÖNTEM

### 2.1. Araştırma Deseni

Bu araştırma, bütünleştirici literatür derlemesi ile kavramsal çerçeve analizini birleştiren kuramsal-kavramsal bir çerçeve geliştirme çalışmasıdır. Torraco'nun (2005, 2016) bütünleştirici derleme yaklaşımı, farklı disiplinlerden gelen bulgu ve kuramların eleştirel sentezine ve konunun yeniden kavramsallaştırılmasına olanak tanır; bu çalışma özellikle yeniden kavramsallaştırma işlevine yöneliktir. Whittemore ve Knafl'ın (2005) beş aşamalı süreci (problem belirleme, literatür tarama, veri değerlendirme, veri analizi ve sunum) araştırmanın işlemsel adımlarını yapılandırmıştır. Snyder (2019) de bütünleştirici derlemeyi yeni kuramsal modeller geliştirmeye uygun bir desen olarak konumlandırmaktadır. Senteze dâhil edilen kaynaklar, çözümlemeden önce türlerine göre (ampirik, kavramsal/kuramsal ve kurumsal/politika belgesi) sınıflandırılmış ve her tür kendi niteliğine uygun ölçütlerle değerlendirilmiştir.

Mevcut alanyazından yeni bir kavramsal çerçeve üretilmesi tek başına işlemsel bir yol haritası sunmadığından, çerçeve inşası Jabareen'in (2009) kavramsal çerçeve geliştirme yöntemiyle yapılandırılmıştır. Bu yöntem izlenerek: (a) ilgili metinler taranıp türlerine göre kategorilendirilmiş; (b) metinlerden yinelenen kavramlar (ör. mekânsal düşünme, coğrafi veri, algoritmik önyargı, mekânsal etik, araç yetkinliği ve eleştirel/mekânsal vatandaşlık) belirlenmiş; (c) bu kavramlar yakınlıklarına göre önce alt kategorilere, ardından beş üst kategoriye (boyuta) bütünleştirilmiş; (d) elde edilen boyutlar kuramsal kaynaklarla (NRC, 2006; Long ve Magerko, 2020; Janowicz vd., 2020) çapraz okunarak yinelemeli biçimde gözden geçirilmiştir. Böylece 'başlangıç kavramları → alt kategoriler → beş boyut' biçiminde ilerleyen analitik süreç, sentez odaklı bütünleştirici derleme (Torraco, 2005, 2016; Whittemore ve Knafl, 2005) ile kavramsal çerçeve geliştirme (Jabareen, 2009) yaklaşımlarının birleşiminden oluşan kuramsal-kavramsal bir nitel desen ortaya koymuştur.

### 2.2. Veri Kaynakları ve Literatür Tarama Süreci

Bu bölümde senteze temel oluşturan veri kaynakları ve sistematik tarama süreci tanımlanmaktadır. Süreç sırasıyla veri kaynağı seçimi, anahtar kelimelerin belirlenmesi, dâhil etme/dışlama ölçütlerinin uygulanması ve kaynakların izlenebilir biçimde seçilmesi adımlarından oluşmaktadır. Standart anlamda bir veri toplama aracı (anket/ölçek) kullanılmamış; veri, belge ve yayınların sistematik taranmasıyla elde edilmiştir.

Veri tabanları: Kaynaklar, nitelikleri birbirinden farklı dört grupta ele alınmıştır. (i) Editoryal kürasyona sahip bibliyografik veri tabanları: Web of Science, Scopus ve ERIC. (ii) Kapsam şeffaflığı sınırlı bir arama motoru olan Google Scholar; yalnızca tamamlayıcı tarama ve gri literatüre erişim amacıyla, ilk sonuçlar taranarak kullanılmıştır. (iii) Ulusal indeks/arşivler: ULAKBİM TR Dizin, DergiPark ve YÖK Ulusal Tez Merkezi. (iv) Kurumsal yayın portalları: MEB, UNESCO ve OECD. Bu ayrım, Google Scholar sonuçlarının editoryal kürasyona sahip veri tabanlarıyla aynı kategoride değerlendirilmemesi için açıkça korunmuştur.

Anahtar kelimeler: İngilizce taramada 'AI literacy' / 'artificial intelligence literacy', 'generative AI' / 'GenAI', 'GeoAI', 'geospatial artificial intelligence' terimleri; 'geography education', 'geographic education', 'GIS education', 'school geography', 'secondary geography', 'spatial thinking', 'spatial literacy', 'geospatial literacy' ve 'geographic data literacy' bağlam terimleriyle; ayrıca 'framework', 'model', 'curriculum' ve 'competenc*' varyasyonlarıyla AND/OR bağlaçları kullanılarak birleştirilmiştir. Türkçe taramada 'yapay zekâ okuryazarlığı', 'üretken yapay zekâ', 'coğrafya eğitimi', 'CBS eğitimi', 'mekânsal düşünme', 'Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli' ve 'coğrafya öğretim programı' terimleri kullanılmıştır.

Tarama aralığı ve dâhil etme ölçütleri: Tarama 2005–2026 aralığını kapsamaktadır. Alt sınır olarak 2005'in seçilmesi, mekânsal düşünmenin K-12 bağlamında sistematik biçimde kavramsallaştırıldığı NRC (2006) raporunun ve coğrafya/CBS eğitimi kuramsal temellerinin bu döneme dayanmasıyla ilişkilidir; buna karşılık YZ okuryazarlığına ilişkin kaynaklar büyük ölçüde 2019 sonrasında yoğunlaşmaktadır. Böylece aralık, hem çerçevenin coğrafi-kuramsal temellerini hem de YZ okuryazarlığına ilişkin güncel literatürü kapsayacak biçimde belirlenmiştir. Dâhil etme ölçütleri: (a) hakemli dergi makalesi veya konferans bildirisi, (b) doktora/yüksek lisans tezi, (c) kitap veya kitap bölümü, (d) ulusal/uluslararası kurumsal politika belgesi, (e) İngilizce veya Türkçe olması. Dışlama ölçütleri: (a) tam metnine ulaşılamayan kayıtlar, (b) konuyla doğrudan ilgisi olmayan çalışmalar. Yükseköğretim bağlamına ait çalışmalar yalnızca aktarılabilir kuramsal/kavramsal katkıları için ve bu durum açıkça belirtilerek kullanılmış; ortaöğretim düzeyine ilişkin doğrudan kanıt olarak sunulmamıştır. Yorum türündeki kaynaklar sentez türleri belirtilerek dâhil edilmiştir.

*Birincil belgeler:* TYMM 2024 Coğrafya Dersi Öğretim Programı (MEB, 2024), Türkiye Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025 (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021), Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ve Eylem Planı 2025–2029 (MEB, 2025), UNESCO Öğrenci Yetkinlik Çerçevesi (Miao & Shiohira, 2024), UNESCO Öğretmen Yetkinlik Çerçevesi (Miao & Cukurova, 2024) ve OECD/EC AILit (2025–2026) çerçevesi birincil kurumsal belgeler olarak alınmıştır.

Tarama ve seçim sürecinin şeffaflığı için ölçütler sistematik biçimde uygulanmıştır. Süreç; (1) kayıtların belirlenmesi, (2) yinelenen kayıtların çıkarılması, (3) başlık-özet taraması ve (4) tam metin uygunluk değerlendirmesi adımlarını içermiştir. Bütünleştirici derleme, sistematik derlemelerdeki nicel eleme akışından çok kaynakların eleştirel seçimi ve sentezine dayandığından (Torraco, 2016; Whittemore ve Knafl, 2005), şeffaflık burada senteze dâhil edilen kaynakların türü, bağlamı ve tematik dağılımının açıkça raporlanmasıyla sağlanmıştır. Bu ölçütler sonucunda toplam 48 kaynak senteze dâhil edilmiştir: 40'ı hakemli makale, bildiri, lisansüstü tez veya kitap/kitap bölümü; 8'i ulusal/uluslararası kurumsal-politika belgesidir. Senteze dâhil edilen tüm kaynaklar Kaynakça'da listelenmiştir. Kaynakların tematik dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur; bir kaynak birden çok temayla ilişkili olabildiğinden, tablodaki sayılar her kaynağın baskın (birincil) tematik atamasını yansıtmaktadır.

***Tablo 1.*** *Senteze Dâhil Edilen Kaynakların Tematik Dağılımı*

| **Tematik Kategori** | **Kaynak (n)** |
|---|---|
| YZ okuryazarlığı genel çerçeveleri ve tanımları | 6 |
| Disipline özgü YZ okuryazarlığı | 4 |
| GeoAI ve coğrafya–YZ kesişimi | 5 |
| Coğrafya/CBS eğitimi ve mekânsal düşünme | 4 |
| K-12 YZ okuryazarlığı ve müfredata entegrasyon | 3 |
| Mekânsal veri etiği / algoritmik coğrafi önyargı | 2 |
| Türkiye bağlamı (yayın/tez) | 5 |
| YZ okuryazarlığı ölçekleri | 4 |
| Metodoloji kaynakları | 7 |
| Kurumsal/politika belgeleri | 8 |
| **Toplam** | **48** |

### 2.3. Veri Analizi

Analiz üç aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada Bowen (2009) çerçevesinde doküman analizi uygulanmış; belgelerin gerçekliği, güvenilirliği, temsil gücü ve anlamı ölçütleri değerlendirilmiştir. Kaynak türüne göre uygunluk ölçütleri farklılaştırılmış; ampirik çalışmalarda yöntem-bulgu tutarlılığı, kavramsal çalışmalarda argüman açıklığı, politika belgelerinde ise kurumsal statü ve kapsam dikkate alınmıştır. İkinci aşamada mevcut YZ okuryazarlığı çerçeveleri (Touretzky vd., 2019; Long ve Magerko, 2020; Ng vd., 2021; Casal-Otero vd., 2023; Chiu vd., 2024; Allen ve Kendeou, 2024; Miao ve Shiohira, 2024; OECD/EC, 2025–2026) sekiz değerlendirme ölçütü üzerinden karşılaştırılmıştır. Bu sekiz ölçüt (mekânsal düşünme, dijital okuryazarlık, CBS/mekânsal araç, YZ/makine öğrenmesi, algoritmik etik, ölçek farkındalığı, CBS-YZ entegrasyonu, disiplinler arası entegrasyon), COYZOÇ boyutları oluşturulmadan önce, YZ okuryazarlığı ve coğrafya eğitimi alanyazınından türetilmiş; böylece ölçüt ile çıktı arasındaki döngüsellik önlenmeye çalışılmıştır. Puanlamada 'Evet' bir ölçütün açık ve sistematik biçimde karşılandığını, 'Kısmi' ise dolaylı/eksik biçimde ele alındığını, 'Yok' ise hiç ele alınmadığını göstermektedir. Karşılaştırmalı puanlama önceden tanımlanan bu işlemsel ölçütlere göre yapılmıştır. Üçüncü aşamada TYMM 2024 Ortaöğretim CDÖP'teki (9–12. sınıf) öğrenme çıktıları

incelenerek COYZOÇ boyutları belirlenmiş ve kuramsal kaynaklarla (NRC, 2006; Janowicz vd., 2020; Long ve Magerko, 2020) çapraz doğrulamadan geçirilmiştir.

## BULGULAR

Bu bölümde bulgular, çalışmanın üç araştırma sorusuyla ilişkili olarak sunulmaktadır: mevcut çerçevelerin coğrafya eğitimi açısından sınırlılıkları (3.1), TYMM 2024 ortaöğretim programı ve Türkiye politika ortamı (3.2) ile COYZOÇ'un boyutları ve müfredatla eklemlenmesi (3.3–3.4). Yorum niteliği ağır basan değerlendirmeler Tartışma bölümünde ayrıca ele alınmaktadır.

### 3.1. Mevcut YZ Okuryazarlığı Çerçevelerinin Coğrafya Eğitimi Açısından Sınırlılıkları

#### 3.1.1. Genel Çerçevelerin Disipline Yansımayan Yapısı

Long ve Magerko (2020) YZ okuryazarlığını on yedi yetkinlik üzerinden kavramsallaştırmıştır. Ng ve arkadaşları (2021) ise dört boyutlu bir çerçeve önermiştir: (1) Bil ve anla, (2) Kullan ve uygula, (3) Değerlendir ve üret, (4) Etik konular. K-12 düzeyinde Touretzky ve arkadaşları (2019) beş büyük fikri belirlemiştir. Bu çerçeveler arasında ortak olan eksiklik, hiçbirinin YZ'nin disiplin içindeki bağımsız rolünü içerme amacıyla tasarlanmamış olmasıdır.

Bununla birlikte, 2022–2026 yılları arasında YZ okuryazarlığı çerçeveleme çabaları önemli ölçüde artış göstermiştir. Chiu ve arkadaşları (2024), Hong Kong'da 30 ortaokul YZ öğretmeniyle ortak tasarım süreciyle geliştirdikleri çalışmada YZ okuryazarlığı (bilgi ve beceri) ile YZ yetkinliği (güven ve uygulama) arasında kavramsal bir ayrım yaparak Teknoloji, Etki, Etik, İş Birliği ve Öz-Yansıma olmak üzere beş bileşenli bir çerçeve önermiştir. Bu ayrım COYZOÇ'un boyut kurgusunda belirleyici bir referans olarak kullanılmıştır. Casal-Otero ve arkadaşları (2023) 179 belgeyi kapsayan sistematik derleme çalışmalarında K-12 düzeyinde bağlama gömülü ve disiplinlerarası YZ okuryazarlığının zorunluluğunu vurgulamıştır. Allen ve Kendeou'nun (2024) ED-AI Lit çerçevesi ise YZ okuryazarlığının sosyal bilgiler, fen ve beşerî bilimler gibi alanlara entegre edilmesi gerektiğini açıkça savunmaktadır. UNESCO (Miao & Shiohira, 2024; Miao & Cukurova, 2024) öğrenci ve öğretmenlere yönelik YZ yeterlik çerçeveleri yayımlamıştır. OECD/EC AILit (2025–2026) ise dört alan ve 22 yetkinliği kapsayan kapsamlı bir model olarak PISA 2029 Medya ve YZ Okuryazarlığı değerlendirmesinin temelini oluşturmaktadır. Söz konusu çerçevelerin tamamı disiplinlerarası entegrasyonu ön plana almakta, ancak bu taramada coğrafya eğitimine özgü, ampirik olarak doğrulanmış bir modele rastlanmamıştır.

#### 3.1.2. Coğrafya Eğitiminin Epistemolojik Temelleri

Bu çalışmada coğrafya eğitiminin 'kendine özgü nitelikleri' ifadesiyle; coğrafi bilginin nasıl üretildiği, temsil edildiği ve eleştirel biçimde değerlendirildiğine ilişkin bilişsel boyut, insan-çevre ilişkisi gibi konusal boyut ve mekânsal veriye ilişkin etik boyut kastedilmektedir. Coğrafya, mekân, yer ve insan-çevre ilişkisi ekseninde şekillenen kendine has bir sorgulama biçimidir. NRC'nin (2006) Learning to Think Spatially raporu, mekânsal düşünmeyi mekân kavramı, temsil araçları ve akıl yürütme süreçlerinin bütünleşik kullanımı olarak tanımlamaktadır. Lambert ve Biddulph'un (2015) GeoCapabilities çerçevesi ise coğrafya öğretiminin yalnızca beceri aktarımı değil, öğrencilerin dünyaya bakış biçimlerini güçlendiren bir bilgi yetkinlikleri alanı olarak görülmesi gerektiğini öne sürmektedir. Bu kuramsal arka plan, COYZOÇ'un Eleştirel Coğrafi Sorgulama boyutunu disipliner gelenek içinde konumlandırmayı sağlamaktadır. YZ araçlarının coğrafi sorgulama döngüsüne entegrasyonu hem süreci dönüştürmekte hem de yeni etik yükümlülükler doğurmaktadır.

#### 3.1.3. Coğrafya Eğitimi Perspektifinden Sınırlılıkların Eleştirisi

Long ve Magerko'nun (2020) on yedi yetkinliği coğrafya öğrencisi açısından değerlendirildiğinde, teknik kavrayış ve genel etik farkındalığı güçlü biçimde temsil edilmektedir. Ancak mekânsal veri özelinde algoritmik önyargı, ölçeğe duyarlı makine öğrenmesi veya coğrafi temsil sorunları gibi coğrafyaya özgü endişeler bu çerçeve tarafından karşılanamamaktadır. Acolin ve Kim (2022) mekânsal verinin nesnel bir gerçeklik değil, algoritma tercihleriyle şekillenen bir temsil olduğunu ortaya koymuştur. Chiu ve arkadaşlarının (2024) YZ okuryazarlığı/yetkinliği ayrımı, genel çerçevelerin kavramsal bilgiyi (okuryazarlık) hedeflerken coğrafya eğitiminin gerektirdiği mekânsal akıl yürütme uygulamasını (yetkinlik) göz ardı ettiğini açıkça ortaya koymaktadır. Janowicz'in (2023) GeoAI felsefesi üzerine yürüttüğü çalışma ise Değiştirilebilir Alan Birimi Sorunu (MAUP) ve coğrafi adlandırma hataları gibi mekânsal veriye özgü önyargı biçimlerinin GeoAI modellerini nasıl temelden sarsabileceğini kuramsal zemine oturtmaktadır.

Yapılan çalışmalarda mekânsal verideki önyargı sorunu yeterince ele alınmadığı görülmektedir. Makine öğrenmesi modellerini besleyen uydu görüntüleri, sokak fotoğrafları, konumsal loglar gibi coğrafi veriler sayısallaştırma kararları ve örnekleme süreçlerinden kaynaklanan önyargılar içermektedir. Manvi ve arkadaşları (2024) ampirik çalışmalarında önde gelen büyük dil modellerinin ülkelerin GSYH düzeyiyle güçlü biçimde ilişkili sistematik coğrafi önyargı sergilediğini nicel

olarak belgelemiştir. Chen ve arkadaşları (2026), haber verilerine dayanarak oluşturdukları GeoAI etik çerçevesinde özellikle fiziksel zararsızlık, gizlilik koruması ve adalet ölçütlerinin önemini vurgulamıştır. Bu bulgular, coğrafi temsil adaletsizliğinin yalnızca bir soyutlama olmadığını, algoritmik sistemler aracılığıyla sistematik biçimde yeniden üretildiğini göstermektedir.

Yapılan araştırmalar ve öğretim programı hazırlanma sürecinde coğrafi ölçek boyutu göz ardı edildiği söylenebilir. Örneğin, bir kentsel ısı adası modelinin kasaba bağlamına taşınması, coğrafi geçerliliği ciddi biçimde zedeleyebilir. CBS ile YZ entegrasyonu da göz ardı edilmektedir: TYMM'de Mekânsal Bilgi Teknolojileri ünitesi CBS bileşenlerine kadar ilerlemekte; ancak bu sistemlerin ayrılmaz parçası olan makine öğrenmesi katmanı hiçbir çerçevede ele alınmamaktadır.

### 3.1.4. Karşılaştırmalı Değerlendirme

***Tablo 2.*** *Mevcut YZ Okuryazarlığı Çerçevelerinin ve TYMM 2024 CDÖP'ün Karşılaştırmalı Değerlendirmesi*

| Kriter | Long & Magerko (2020) | Ng vd. (2021) | Touretzky vd. (2019) | TYMM 2024 |
|---|---|---|---|---|
| Mekânsal düşünme | – | – | – | Evet |
| Dijital okuryazarlık | Kısmi | Kısmi | Kısmi | Evet |
| CBS / mekânsal araç | – | – | – | Evet |
| YZ / makine öğrenmesi | Evet | Evet | Evet | – |
| Algoritmik etik | Kısmi | Kısmi | Kısmi | – |
| Ölçek farkındalığı | – | – | – | – |
| CBS-YZ entegrasyonu | – | – | – | – |
| Disiplinler arası entegrasyon | Kısmi | Kısmi | Kısmi | – |

Tablo 2, TYMM 2024 CDÖP'ün mekânsal düşünme ve CBS konularında öncü çerçevelerden üstün olduğunu; buna karşın YZ ve algoritmik boyutlarda ihtiyacı karşılamaktan uzak olduğu görülmektedir. Güncel uluslararası çerçeveler (Miao & Shiohira 2024; OECD/EC AILit 2025–2026) disiplinler arası entegrasyonu önceliklendirmekte; ancak coğrafya eğitimine özgü uygulama çerçeveleri veya disipliner pedagojik yönelimler bu belgelerde yer bulmamaktadır. COYZOÇ, tam olarak bu köprüyü kurmak için önerilmektedir.

## 3.2. TYMM 2024 Coğrafya Dersi Öğretim Programı ve Türkiye Politika Ortamı

MEB, 2024 yılında TYMM çerçevesinde yenilenen Ortaöğretim Coğrafya Dersi Öğretim Programı'nda (9–12. sınıflar) beceri tabanlı öğretim anlayışını ve Mekânsal Bilgi Teknolojileri (MBT) ünitesini öne çıkarmıştır. Dijital okuryazarlık (OB2), bilgi okuryazarlığı (OB1) ve görsel okuryazarlık (OB4) programlar arası bileşenler olarak benimsenmiştir (MEB, 2024). Ancak program YZ, makine öğrenmesi ve algoritmik düşünceyi programatik düzeyde ele almamaktadır. Bu gözlem, programın yapı bileşenlerini bağımsız olarak inceleyen güncel bir çalışmayla da tutarlıdır (Yiğit Özüdoğru, 2024). Ortaöğretim düzeyinde makine öğrenmesi ve algoritmaların ileri teknik ayrıntılarıyla öğretilmesi amaçlanmamakta; hedeflenen, öğrencilerin YZ tabanlı mekânsal araçları farkındalık, eleştirel değerlendirme ve etik sorumluluk düzeyinde anlamalarıdır. Bu yönelim, YZ okuryazarlığını ortaöğretimde temel bir yetkinlik olarak konumlandıran uluslararası ve ulusal politika belgeleriyle (OECD/EC, 2025–2026; MEB, 2025) uyumludur.

Türkiye Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025, eğitimi YZ dönüşümünün kritik eksenlerinden biri olarak konumlandırmaktadır (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021). Genel strateji ve politika belgelerinin her disiplin için ayrı bir uygulama çerçevesi sunması beklenmez; bu belgelerin işlevi üst düzey yönelim belirlemektir. Ancak bu durum, disiplin düzeyinde uygulanabilir çerçevelere olan gereksinimi ortadan kaldırmamakta; aksine üst düzey hedeflerin sınıf içi karşılığını üretecek disipline özgü çerçeveleri gerekli kılmaktadır. Nitekim MEB'in 2025 yılında yayımladığı Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ve Eylem Planı (2025–2029) de müfredatlara YZ entegrasyonunu hedeflemekle birlikte coğrafya gibi bağımsız disiplinler için somut bir uygulama çerçevesi içermemektedir (MEB, 2025). Yetişensoy ve Rapoport (2023), Türkiye bağlamında sosyal bilgiler eğitiminde YZ okuryazarlığını bir vatandaşlık yetkinliği olarak tartışan öncü bir kavramsal çalışma ortaya koymuş; COYZOÇ bu tartışmayı coğrafya eğitiminin kendine özgü yapısına taşımaktadır. Yalçın (2023) da sosyal bilgilerde YZ ve veri bilimi okuryazarlığını birleştiren benzer bir disipliner uyarlama girişimine örnek oluşturmaktadır; ancak coğrafyaya özgü bir uyarlama Türkiye alanyazınında hâlâ bulunmamaktadır.

## 3.3. COYZOÇ'un Kuramsal Gerekçesi ve Boyutları

*Çerçevenin Kuramsal Gerekçesi*

COYZOÇ, Long ve Magerko'nun (2020) ve Ng ve arkadaşlarının (2021) YZ okuryazarlığı mirasından, NRC'nin (2006) mekânsal düşünme kavramsallaştırmasından ve genel hatlarıyla GeoCapabilities çerçevesinden, özelde Lambert ile Biddulph'un (2015) bilgi odaklı müfredat oluşturma yaklaşımından beslenmektedir. Bu kuramsal temele Chiu ve arkadaşlarının (2024) YZ okuryazarlığı/yetkinliği ayrımı, Allen ve Kendeou'nun (2024) disiplinlerarası entegrasyon çağrısı ve Casal-Otero ve arkadaşlarının (2023) bağlama gömülü K-12 YZ öğretimi bulguları da eklenmektedir. Çerçeve normatif bir felsefeyi de benimsemektedir: Coğrafya öğrencileri YZ'nin pasif tüketicileri değil, algoritmik sistemleri coğrafi akıl yürütmeyle sorgulayan aktif ve eleştirel vatandaşlar olarak yetiştirilmelidir. COYZOÇ'un beş boyutunun TYMM 2024 Coğrafya Dersi Öğretim Programı ile mevcut YZ okuryazarlığı çerçeveleri arasındaki ilişkisi Tablo 3'te özetlenmiştir.

***Tablo 3.*** *COYZOÇ ile TYMM 2024 ve Mevcut Çerçeveler Arasındaki İlişki*

| COYZOÇ Boyutu | TYMM 2024 ile Bağlantı | Long & Magerko (2020) | Ng vd. (2021) |
|---|---|---|---|
| Mekânsal YZ Farkındalığı | MBT ünitesi + OB2 (genişletme) | Genişletme | Genişletme |
| Coğrafi Veri Okuryazarlığı | OB1, OB2 ile örtüşen + YZ boyutu | Genişletme | Bil ve anla + Değerlendir |
| Algoritmik Mekân Etiği | TYMM'de yok → COYZOÇ kazanımı | Genişletme | Etik konular |
| Araç ve Uygulama Yetkinliği | CBS ötesine taşınan Mekânsal Bilgi Teknolojileri (MBT) ünitesi | Yeni ekleme | Kullan ve uygula |
| Eleştirel Coğrafi Sorgulama | Coğrafi sorgulama becerisi + YZ | Yeni ekleme | Yeni ekleme |

*Boyut 1: Mekânsal YZ Farkındalığı*

Bu boyut, öğrencilerin YZ'nin mekânı nasıl işlediğini ve dönüştürdüğünü kavrama kapasitesini kapsamaktadır. TYMM 2024 CDÖP'ün COĞ.9.2.3 no'lu öğrenme çıktısı CBS düzeyinde kalmaktadır; bu boyut söz konusu çıktıyı YZ tabanlı mekânsal işleme düzeyine taşımayı önermektedir. Laiskhanov ve Seminar (2026), Kazakistan'da üniversite coğrafya öğretim elemanlarıyla yürüttüğü öz-değerlendirmeye dayalı bir çalışmada YZ okuryazarlığı ile mekânsal okuryazarlık arasında güçlü pozitif ilişkiler ($\rho$ = 0,737–0,948) bulmuş; ancak bu ilişkileri nedensel değil ilişkisel olarak yorumlamıştır. Bu bulgu, iki yetkinliğin birlikte ele alınmasını destekleyen bir işaret sağlamakla birlikte, yükseköğretim bağlamına ait olması nedeniyle ortaöğretime doğrudan genellenmemelidir.

*Örnek öğrenme çıktısı:* Google Maps'in rota önerilerini hangi verilere dayandırdığını açıklar ve bu verilerin olası önyargılarını sorgular.

*Boyut 2: Coğrafi Veri Okuryazarlığı*

Bu boyut, büyük ölçekli mekânsal veri setlerini eleştirel biçimde okumayı, veri kalitesini değerlendirmeyi ve projeksiyon tercihlerinin temsili nasıl etkilediğini anlamayı kapsamaktadır. Juergens ve Redecker (2023), coğrafi-mekânsal veri okuryazarlığını bağımsız bir yetkinlik alanı olarak kavramsallaştırmış ve bunun yükseköğretim düzeyinde ekonomi disiplinine nasıl entegre edilebileceğine dair pratik bir çerçeve sunmuştur; COYZOÇ ise bu temel ihtiyacı hem ortaöğretim (9–12) düzeyine taşımakta hem de YZ bağlamına genişleterek literatürdeki boşluğu doldurmaktadır. Türkiye bağlamında Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Harita Genel Müdürlüğü (HGM) açık veri kaynakları bu boyutun somut öğretim materyallerini oluşturabilir.

*Örnek öğrenme çıktısı:* YZ tabanlı bir deprem risk haritasında kullanılan veri setlerinin güvenilirliğini ve potansiyel önyargılarını sorgular.

*Boyut 3: Algoritmik Mekân Etiği*

Bu boyut, YZ algoritmalarının mekânsal adaletsizliği nasıl pekiştirebileceğini ya da giderebileceğini analiz etmeyi kapsamaktadır. Türkiye özelinde 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında afet risk yönetiminde YZ kullanımı bu boyutun en güçlü uygulama bağlamını oluşturmaktadır. Manvi ve arkadaşlarının (2024) LLM coğrafi önyargı bulguları ile Chen ve arkadaşlarının (2026) GeoAI etik envanterini oluşturan fiziksel zararsızlık, gizlilik koruması ve adalet ölçütleri bu boyutun öğretim içeriği için somut bir referans çerçevesi sunmaktadır. Nelson ve arkadaşları (2022) ise coğrafya bilim alanında etik, empati ve eşitliği hızlandırmanın aciliyetini vurgulamıştır. Janowicz'in (2023) GeoAI felsefesinde tartıştığı MAUP (Modifiable Areal Unit Problem) sorunu, bu boyutun teknik temelini oluşturan kritik bir kavramdır: aynı veri kümesi farklı alansal birimlerde toplandığında istatistiksel sonuçlar tutarsız biçimde değişebilir; bu durum YZ modellerinin coğrafi geçerliliğini doğrudan etkiler.

*Örnek öğrenme çıktısı:* Kentsel dönüşüm kararlarında YZ kullanımının hangi topluluklar için avantaj ya da dezavantaj oluşturabileceğini tartışır.

*Boyut 4: Araç ve Uygulama Yetkinliği*

Bu boyut, coğrafya disiplininde kullanılan YZ destekli yazılım ortamlarıyla temel düzeyde çalışabilmeyi ve bu araçların çıktılarını eleştirel okuyabilmeyi kapsamaktadır. Google Earth Engine, ArcGIS makine öğrenmesi modülleri ve açık kaynaklı QGIS eklentileri bu boyutun somut içeriklerini oluşturmaktadır. Yetkinlik yalnızca teknik kullanım becerisini değil, araçların sınırlılıklarını ve çıktıların yorumlanmasında uzman yargısının vazgeçilmez rolünü kavramayı da kapsamaktadır. Mai ve arkadaşlarının (2022) sembolik ve alt-sembolik GeoAI ayrımı, bu boyutun teknik içerik haritasını oluşturmada referans alınabilir; öğretmen yetiştirme süreçlerinde her iki paradigmanın temel mantığının kavratılması önemlidir.

*Örnek öğrenme çıktısı:* Bir uydu görüntüsü analiz aracıyla bitki örtüsündeki değişimi harita üzerinde gösterir ve aracın bu sonucu nasıl ürettiğini açıklar.

*Boyut 5: Eleştirel Coğrafi Sorgulama*

Bu boyut, öğrencilerin YZ çıktılarını coğrafi akıl yürütmeyle bütünleştirerek anlamlı sorular sorabilmesini ve sorgulama döngüsüne algoritmik eleştiriyi eklemesini kapsamaktadır. Bu boyut ayrıca Jekel ve Gryl'in (2020) üzerinde durduğu mekânsal vatandaşlık kavramıyla uyumludur: mekânsal vatandaşlık, bireylerin geomedia araçlarını eleştirel biçimde sorgulamasını temel bir demokratik yetkinlik olarak konumlandırmaktadır. Laiskhanov ve Seminar'ın (2026) önerdiği kavramsal modelde üst-düzey bütünleştirici yetkinliklerin kademeli bir yapı oluşturması, eleştirel/üst-düzey sorgulamanın diğer boyutları sentezleyen konumuyla kavramsal olarak tutarlıdır; ancak bu model ampirik olarak sınanmamış sezgisel bir araç niteliğindedir ve modelin en üst katmanını 'eleştirel sorgulama' değil 'yenilikçi düzey' oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu ilişki bir doğrulama olarak değil, kavramsal bir dayanak olarak değerlendirilmelidir.

*Örnek öğrenme çıktısı:* Bir YZ destekli iklim tahmin modelinin Türkiye'nin Akdeniz iklim bölgesine özgü yağış rejimi tutarsızlıklarını nasıl ele aldığını sorgular.

### 3.4. Müfredatla Entegrasyon: TYMM Yapısıyla Uyumlu Farklılaştırma

TYMM Ortaöğretim Coğrafya Dersi Öğretim Programı (9–12. sınıflar) beceri tabanlı ve kazanımların giderek derinleştiği bir yapı benimsemektedir. Bu çalışmanın kapsamı 9–12. sınıf ortaöğretim programıyla sınırlı olduğundan, COYZOÇ'un kademe farklılaştırması da bu düzey içinde giriş (9–10. sınıf) ve ileri (11–12. sınıf) basamaklar olarak ele alınmaktadır. Türkiye'de 1–8. sınıflarda bağımsız bir coğrafya dersi bulunmadığından, ilkokul ve ortaokul kademelerine ilişkin konumlandırma bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmış; söz konusu kademeler için Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilgiler programlarının incelenmesini gerektiren ayrı bir çalışma önerilmektedir.

*Giriş Düzeyi (9. Sınıf): Farkındalık ve Anlama*

Bu düzeyde amaç, öğrencilerin YZ tabanlı coğrafi araçların (harita ve rota uygulamaları, hava durumu tahmin sistemleri vb.) çıktılarına ilişkin sezgisel bir farkındalık ve temel bir anlama geliştirmesidir. 'Haritalar neden bazen yanlış yönlendiriyor?' veya 'Hava durumu uygulaması neden her zaman doğru sonuç vermiyor?' gibi merak odaklı sorular, coğrafi veri sınırlılıkları konusunda ilk farkındalığı oluşturur. Bu sorular TYMM'nin soru sorma (E3.8) ve gerçeği arama (E3.4) eğilim bileşenleriyle de uyumludur.

*Gelişim Düzeyi (10. Sınıf): Uygulama ve Çözümleme*

Örnek etkinlik: Öğrenciler Türkiye'nin farklı bölgelerine ilişkin açık kaynak verilerini kullanarak QGIS'te temel bir tematik harita oluşturur; ardından hangi verilerin dâhil edildiğini ve bu tercihlerin haritanın anlattığı hikâyeyi nasıl etkilediğini tartışır. TYMM'nin 9. sınıf COĞ.9.2.3 öğrenme çıktısı bu düzeyde, mekânsal bilgi teknolojilerinde YZ bileşenlerini tanıyabilme biçiminde genişletilmekte; 10. sınıfta ise aynı çıktı, veri seçiminin ve model tercihlerinin sonuçları nasıl etkilediğini çözümleme düzeyine derinleştirilmektedir.

*İleri Düzey (11–12. Sınıf): Eleştirme, Etik ve Üretme*

Somut proje: Öğrenciler, Türkiye'nin İç ve Güneydoğu kesimlerinde yer alan bir alana ilişkin YZ destekli oluşturulan bir kuraklık risk haritasının temel aldığı veri setlerini ve model varsayımlarını inceler; tahminleri sahadan derlenen niteliksel coğrafi bilgiyle karşılaştırarak modelin güçlü ve zayıf yönlerini raporlaştırırlar.

*TYMM ve Ulusal YZ Stratejisi ile Uyum*

TYMM'nin beceri tabanlı yapısı ve öğrenme çıktıları çerçevesi, COYZOÇ'un entegrasyonu için oldukça elverişli bir zemin sunmaktadır. MEB'in 2025–2029 Eğitimde YZ Politika Belgesi ile OECD/EC AILit çerçevesinin disiplinlerarası entegrasyon ilkesi, COYZOÇ'un ulusal ve uluslararası politika belgelerindeki karşılığı olarak da okunabilir.

## TARTIŞMA

### 4.1. Disipline Özgü YZ Okuryazarlığının Önemi

Bu çalışmanın temel argümanı, YZ okuryazarlığının etkili biçimde kazandırılabilmesi için disiplinin epistemolojik özellikleriyle bütünleştirilmesi gerektiğidir. Tablo 2, genel YZ okuryazarlığı çerçevelerinin YZ boyutunu kapsarken coğrafi mekânı görmezden geldiğini; TYMM'nin ise mekânsal boyutu kapsamakla birlikte YZ'yi tamamen atladığını ortaya koymaktadır. COYZOÇ bu iki boşluğun kesişim noktasında durarak her ikisini de kapsamayı hedeflemektedir.

Zhai ve arkadaşları (2021), disiplinler üstü genel çerçevelerin baskınlığını ve alan özelliğine dayalı YZ uygulamalarının eğitimde henüz yeterince ele alınmadığını ortaya koymuştur. 2021 sonrasında farklı disiplinlerde disipline özgü YZ okuryazarlığına yönelik girişimler artmaktadır; ancak bu girişimler tür ve doğrulama düzeyi bakımından türdeş değildir: tıp eğitiminde Singla ve arkadaşları (2024) Delphi temelli bir yeterlik müfredatı geliştirmiş, Tolentino ve arkadaşları (2024) ise alanın çerçeve ve kuramsal temel bakımından parçalı olduğunu göstermiştir; veteriner eğitiminde Huang ve Chu (2026) ampirik olarak sınanmamış bir perspektif önerisi sunmuş; sosyal bilgiler eğitiminde Yetişensoy ve Rapoport (2023) kavramsal bir katkı sağlamış; UNESCO'nun (2023) ilgili belgesi ise yargı mensuplarına yöneliktir. Bu tablo, disipline özgü YZ okuryazarlığının önem kazandığını, ancak henüz olgunlaşmış ve ampirik olarak doğrulanmış modellerin sınırlı olduğunu göstermektedir. COYZOÇ, coğrafya alanı için bu gelişmekte olan tartışmaya katkı sunmayı amaçlamaktadır. Yetişensoy ve Rapoport'un (2023) çalışmasıyla karşılaştırıldığında COYZOÇ üç açıdan ayrışmaktadır: (i) kavramsal bir tartışma yerine beş somut boyutlu bir yapısal çerçeve önermesi, (ii) mekânsal düşünme/GeoAI'yi disiplinin epistemolojik özünden türetmesi ve (iii) ulusal müfredat (TYMM) yapısıyla doğrudan eşleştirilmesi.

### 4.2. TYMM'nin Fırsatları ve COYZOÇ'un Eklemleme Stratejisi

TYMM'nin COYZOÇ için sağladığı en önemli fırsat, hâlihazırda var olan Mekânsal Bilgi Teknolojileri ünitesidir. Bu ünitenin öğrenme çıktıları, COYZOÇ'u sıfırdan yeni bir çerçeve olarak değil, mevcut programın doğal bir gelişimi olarak konumlandırmayı mümkün kılmaktadır. Programı baştan yazmak yerine hâlihazırda var olan ünitenin YZ katmanını eklemek, çıkış noktası olarak görülebilir.

### 4.3. Öğretmen Yeterlikleri Meselesi

COYZOÇ'un müfredata başarıyla entegre edilebilmesi, coğrafya öğretmenlerinin YZ araçları ve kavramları konusunda yeterli altyapıya sahip olmasını zorunlu kılmaktadır. MEB'in mevcut CBS eğitici eğitimi kurs yapısı bu yönde anlamlı bir referans noktası oluşturmaktadır. Chiu ve arkadaşlarının (2024) YZ okuryazarlığı/yetkinliği ayrımı bu bağlamda önemli bir uyarı işlevi görmektedir. Bu uyarı gereğince, öğretmen yetiştirme programlarının salt kavramsal bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaması, COYZOÇ boyutlarının gerçek coğrafi veri ve araçlarla uygulama kapasitesi (yetkinlik boyutu) üzerine inşa edilmesi gerekmektedir. Miao ve Cukurova (2024) tarafından geliştirilen UNESCO Öğretmen YZ Yetkinlik Çerçevesi, bu hizmet içi eğitim tasarımı için uluslararası bir referans niteliği taşımaktadır.

### 4.4. Değerlendirme Sorunu

YZ okuryazarlığının standart testlerle ölçülmesi kuramsal açıdan sorunludur. Eleştirel sorgulama, etik değerlendirme ve mekânsal akıl yürütmenin bütünleşik ölçülmesi, performans görevi ve portfolyo gibi alternatif araçları gerektirmektedir. TYMM'nin ölçme-değerlendirme yapısı bu konuda elverişli bir zemin sunmaktadır.

### 4.5. Kuramsal Çerçevenin Doğrulanması ve Araştırma Gündemi

Kuramsal bir model olarak COYZOÇ'un temel sınırlılığı ampirik doğrulama içermemesidir. Alandaki güncel uygulamalar bu sınırlılığın giderilmesi için çeşitli metodolojik yollar önermektedir. Singla ve arkadaşları (2024) tıp eğitiminde YZ yeterliklerini belirlemek için Delphi yöntemi kullanmış; Chiu ve arkadaşları (2024) çerçevelerini öğretmenlerle ortak tasarım süreciyle geliştirmiştir. YZ okuryazarlığı ölçümünde Laupichler ve arkadaşlarının (2023) SNAIL ölçeği hem psikometrik sağlamlık sağlamakta hem de coğrafyaya özgü uyarlamalar için bir başlangıç noktası sunmaktadır. COYZOÇ için önerilen doğrulama araştırma gündemi üç aşamayı kapsamaktadır: (1) Türkiye'de görev yapan coğrafya öğretmenleri ve GeoAI uzmanlarıyla yürütülecek Delphi çalışması aracılığıyla beş boyutun kapsam geçerliliğinin test edilmesi; (2) TYMM'nin ölçme-değerlendirme yapısıyla uyumlu, coğrafyaya özgü bir YZ okuryazarlığı ölçme aracının geliştirilmesi ve psikometrik olarak doğrulanması; (3) TYMM uygulama sürecinde tasarım temelli araştırma yöntemiyle sınıf düzeyinde deneme yapılması ve bulguların ışığında çerçevenin yinelemeli biçimde geliştirilmesi. Bu gündem COYZOÇ'u kuramsal bir öneriden ampirik olarak test edilebilir bir modele dönüştürme sürecini başlatmaktadır.

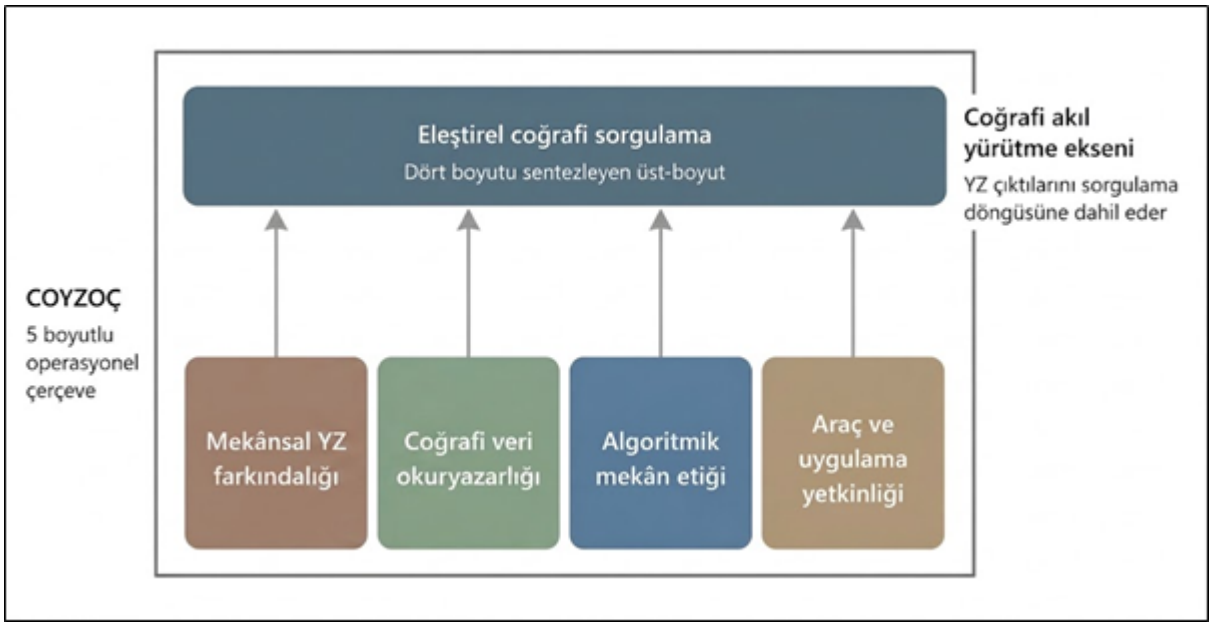
### 4.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmanın kuramsal-kavramsal niteliği, üç temel sınırlılığı beraberinde getirmektedir. Birincisi, bütünleştirici literatür derlemesi deseninde öznel sentez riski PRISMA tabanlı sistematik derlemelere (Page vd., 2021) göre daha yüksektir; çalışma bu riski Whittemore ve Knafl (2005) protokolüne sadık kalınarak azaltmaya çalışmıştır. İkincisi, COYZOÇ'un boyutları henüz uzman görüşü/Delphi yöntemiyle doğrulanmamıştır; bu doğrulama gelecek çalışmaların öncelikli gündemini oluşturmaktadır. Üçüncüsü, çerçevenin TYMM dışındaki müfredat sistemlerine (örn. IB, AP, ulusal İngiltere müfredatı) uyarlanabilirliği bu çalışmanın kapsamı dışındadır; karşılaştırmalı uluslararası uygulamalar ayrı çalışmalarla ele alınmalıdır.

## SONUÇ

Bu makale, mevcut YZ okuryazarlığı çerçevelerinin coğrafya eğitiminin epistemolojik özellikleri karşısında taşıdığı sınırlılıkları analiz etmiş ve TYMM 2024 CDÖP'ün yapısına eklemlenen Coğrafya Odaklı YZ Okuryazarlığı Çerçevesi'ni (COYZOÇ) önermiştir. TYMM'nin kendi içindeki dijital okuryazarlığı öne çıkaran beceri yapısına karşın, YZ ve algoritmik düşünceyi programatik düzeyde hiç kapsamaması bu çalışmanın kuramsal gerekçesini güçlendiren en somut bulgudur.

Sonuç olarak, yapay zekânın coğrafi bilgi üretimine giderek daha derin biçimde işlediği bir dünyada coğrafya öğrencilerinin bu teknolojiyle bilinçli, eleştirel ve sorumlu bir ilişki kurabilmesi eğitsel bir zorunluluktur. Uluslararası düzeyde giderek güçlenen disipline özgü YZ okuryazarlığı hareketi—tıptan hukuka, veteriner eğitiminden sosyal bilimlere—coğrafya eğitiminin bu dönüşümün dışında kalmaması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Disipline özgü YZ okuryazarlığı çerçeveleri artık nitelikli eğitimin ayrılmaz bir bileşeni olmalıdır.




***Şekil 1.*** *Coğrafya Odaklı YZ Okuryazarlığı Çerçevesi (COYZOÇ) — Kavramsal Şema*

Şekil 1, COYZOÇ'un hiyerarşik yapısını ve TYMM 2024 CDÖP ile politika çerçevesi katmanlarıyla ilişkisini görselleştirmektedir. Çerçevenin temel operasyonel düzeyini oluşturan dört eş düzeyli boyut — *Mekânsal YZ Farkındalığı*, *Coğrafi Veri Okuryazarlığı*, *Algoritmik Mekân Etiği* ve *Araç ve Uygulama Yetkinliği* — öğrencinin coğrafi YZ sistemleriyle kavramsal, etik ve teknik düzeyde ilişki kurabilmesini sağlayan birbiriyle bağlantılı yetkinlik alanlarını temsil etmektedir. Beşinci boyut olan *Eleştirel Coğrafi Sorgulama* ise diğer dört boyutu coğrafi akıl yürütme ekseninde sentezleyen bir üst-boyut olarak konumlanmakta; öğrencinin YZ çıktılarını coğrafi sorgulama döngüsüne eleştirel bir bileşen olarak dâhil etmesini sağlamaktadır. Tüm boyutlar TYMM 2024 CDÖP Mekânsal Bilgi Teknolojileri ünitesi aracılığıyla mevcut müfredat yapısına eklemlenmekte; bu eklemleme ise MEB'in 2025–2029 Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ile Miao & Shiohira (2024) ve OECD/EC AILit (2025–2026) gibi uluslararası çerçevelerin oluşturduğu politika zemini tarafından desteklendiği düşünülmektedir.

## ÖNERİLER

Çalışmanın bulguları temelinde dört paydaş grubu için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

*MEB Müfredat Geliştirme Süreçleri İçin*

TYMM 2024 CDÖP'ün Mekânsal Bilgi Teknolojileri ünitesine bir sonraki revizyon döngüsünde YZ tabanlı mekânsal analiz ve algoritmik önyargı konularını kapsayan öğrenme çıktıları eklenmesi önerilmektedir. Bu revizyon, MEB'in 2025–2029 Eğitimde YZ Politika Belgesi'nin müfredatlara YZ entegrasyonu stratejik hedefiyle doğrudan uyumlu bir adım olarak planlanabilir (MEB, 2025).

*Öğretmen Yetiştirme ve Hizmet İçi Eğitim İçin*

MEB'in mevcut CBS eğitici eğitimi kurs yapısı COYZOÇ'un Boyut 3 (Algoritmik Etik) ve Boyut 4 (Araç Yetkinliği) bileşenleriyle zenginleştirilebilir. Bu süreçte Chiu ve arkadaşlarının (2024) vurguladığı biçimiyle salt kavramsal bilgi yerine uygulama güveni (yetkinlik boyutu) da kazanım hedefleri arasına alınmalıdır. Eğitim fakülteleri coğrafya öğretmenliği programlarında "Coğrafya Eğitiminde Yapay Zekâ ve GeoAI" başlıklı seçmeli bir dersin tasarlanması da somut bir adım olarak değerlendirilebilir.

*Araştırmacılar İçin*

COYZOÇ'un geçerliğini test etmeye yönelik karma yöntemli araştırmalar, özellikle TYMM uygulama sürecindeki öğretmen algıları ve öğrenme çıktıları bağlamında öncelikli gündemler arasında yer almalıdır. Delphi yöntemi, ortak tasarım ve tasarım temelli araştırma bu süreci yönlendirebilecek metodolojik tercihler olarak önerilmektedir.

*Politika Yapıcılar İçin*

Türkiye Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi'nin eğitim bileşeni, disipline özgü YZ okuryazarlığı modellerinin geliştirilmesi için açık çağrılar içerecek biçimde güncellenmelidir. COYZOÇ'un OECD/EC AILit çerçevesi (2025–2026) ve Miao & Shiohira (2024) öğrenci yeterlik çerçevesiyle karşılaştırmalı konumlandırılması, Türkiye'nin uluslararası YZ eğitim politikası tartışmalarındaki görünürlüğünü güçlendirecektir.

EXTENDED ABSTRACT

# A Discipline-Specific Artificial Intelligence Literacy Framework for Secondary Geography Education (Grades 9–12) within Türkiye's Century Education Model

## INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) has rapidly woven itself into the fabric of everyday life, and the competencies that govern individuals' relationship with this technology have become a priority item on the educational research agenda. In this context, the concept of AI literacy—defined as the capacity to understand, critically evaluate, and ethically use artificial intelligence—has gained increasing prominence in both theoretical and applied scholarship (Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021; Touretzky et al., 2019). Since 2020, a discernible trend toward developing discipline-specific AI literacy approaches has emerged across fields ranging from medicine to social studies. However, these initiatives remain heterogeneous in type, maturity, and level of validation; their theoretical foundations are frequently left unstated and are largely empirically unverified (Singla et al., 2024; Tolentino et al., 2024; Huang & Chu, 2026; Yetişensoy & Rapoport, 2023). The dominant AI literacy frameworks proceed from a general, discipline-independent conception of user competency. Consequently, characteristics specific to geography education—spatial reasoning, systematic thinking about human–environment relations, and geographic data ethics—are largely absent from these frameworks. This omission is consequential: a student who cannot recognise the geographic biases encoded in spatial-data algorithms tends to accept algorithmic outputs as objectively true rather than interrogating them critically. The emergence of GeoAI as the intersection of geography and artificial intelligence has intensified the need for a disciplinary response (Janowicz et al., 2020; Mai et al., 2022). The Turkish context lends particular significance to this discussion. The Secondary Geography Curriculum renewed by the Ministry of National Education (MEB) in 2024 under the Türkiye Century Education Model (TYMM) foregrounds Geographic Information Systems (GIS) and digital literacy, yet it does not address AI, machine learning, or algorithmic concepts (MEB, 2024). Although MEB's Artificial Intelligence in Education Policy Document and Action Plan (2025–2029) adopts curricular AI integration as a strategic priority, it offers no concrete implementation framework for independent disciplines such as geography (MEB, 2025). Accordingly, this study addresses three questions: the limitations of existing frameworks with respect to geography education; the dimensions a discipline-specific framework should comprise; and how such a framework can be articulated with the skills-based architecture of the TYMM.

## METHOD

This study is theoretical and conceptual in nature, combining an integrative literature review with conceptual framework development. Torraco's (2005, 2016) integrative review approach permits the critical synthesis and reconceptualisation of findings drawn from diverse disciplines, while Whittemore and Knafl's (2005) five-stage process (problem identification, literature search, data evaluation, data analysis, and presentation) structured the operational steps of the research; Snyder (2019) similarly positions the integrative review as a design suited to building new theoretical models. Because generating a new conceptual framework from the existing literature does not by itself provide a procedural roadmap, framework construction was organised through Jabareen's (2009) method: relevant texts were screened and categorised by type; recurrent concepts (e.g., spatial thinking, geographic data, algorithmic bias, spatial ethics, tool competence, and critical/spatial citizenship) were identified; these concepts were integrated first into subcategories and then into five overarching dimensions; and the resulting dimensions were cross-read against theoretical sources (NRC, 2006; Long & Magerko, 2020; Janowicz et al., 2020) in an iterative manner. Data sources were treated in four qualitatively distinct groups: editorially curated bibliographic databases (Web of Science, Scopus, ERIC); Google Scholar, used only for complementary searching and grey-literature access; national indexes and archives (ULAKBİM TR Index, DergiPark, and the Council of Higher Education Thesis Center); and institutional portals (MEB, UNESCO, OECD). The search covered the period 2005–2026; the lower bound reflects the systematic conceptualisation of spatial thinking in the K–12 context (NRC, 2006), whereas AI-literacy sources concentrate largely after 2019. Analysis proceeded in three stages: document analysis following Bowen (2009); a comparative evaluation of existing AI literacy frameworks against eight predefined criteria; and an examination of the learning outcomes of the TYMM 2024 Secondary Geography Curriculum, followed by cross-validation against theoretical sources. In total, 48 sources were

included in the synthesis: 40 peer-reviewed articles, proceedings, theses, or book chapters, and 8 institutional or policy documents.

**FINDINGS**

The analysis confirms a three-layered gap in the literature. First, prevailing AI literacy frameworks (Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021) offer a general, discipline-independent conception of competency; although the case for domain-specific adaptation is increasingly argued (Casal-Otero et al., 2023; Allen & Kendeou, 2024), it remains underdeveloped. Second, the teaching of AI literacy as embedded within a disciplinary context at the K–12 level is still limited (Casal-Otero et al., 2023). Third—and most decisively for this study—no empirically validated, discipline-specific AI literacy framework directly matched to a national curriculum at the secondary level was identified for geography or GeoAI. Existing geography-oriented work differs in kind and purpose: Wilby and Esson (2024) discuss the capabilities and limits of AI tools without proposing a dimensioned competency framework, while Lee et al. (2025) adapt a general educational-technology model rather than deriving an original framework. The comparative evaluation (Table 2) shows that the TYMM 2024 curriculum surpasses leading frameworks on spatial thinking and GIS but falls short on the AI and algorithmic dimensions, whereas the general frameworks display the inverse profile. In response, the study proposes the Geography-Focused AI Literacy Framework (COYZOÇ), comprising five dimensions: (1) Spatial AI Awareness, (2) Geographic Data Literacy, (3) Algorithmic Spatial Ethics, (4) Tool and Application Competence, and (5) Critical Geographic Inquiry. The first four constitute interconnected competency areas that enable students to engage with geographic AI systems at conceptual, ethical, and technical levels, while the fifth functions as a meta-dimension that synthesises the others along the axis of geographic reasoning. The framework draws on evidence that spatial-data algorithms reproduce systematic geographic bias (Manvi et al., 2024) and on GeoAI ethics scholarship emphasising physical non-maleficence, privacy, and justice (Chen et al., 2026; Nelson et al., 2022), as well as on the Modifiable Areal Unit Problem as a technical foundation for spatial-data ethics (Janowicz, 2023). Each dimension is articulated with specific TYMM learning outcomes—most notably through the Spatial Information Technologies unit—and differentiated across introductory (Grades 9–10) and advanced (Grades 11–12) levels, and its relation to the TYMM and to existing frameworks is summarised in Table 3.

**CONCLUSION**

This article analysed the limitations of existing AI literacy frameworks against the epistemological characteristics of geography education and proposed a discipline-specific framework articulated with the structure of the TYMM 2024 curriculum. The most concrete finding supporting the study's rationale is that, despite the TYMM's skills-based emphasis on digital literacy, it does not address AI or algorithmic thinking at the programmatic level. As a theoretical model, the principal limitation of COYZOÇ is the absence of empirical validation; accordingly, a three-phase research agenda is proposed, comprising a Delphi study to test the content validity of the five dimensions, the development and psychometric validation of a geography-specific AI literacy instrument aligned with the TYMM assessment structure, and design-based classroom trials that would refine the framework iteratively. Beyond curriculum revision, the framework carries implications for teacher education: in line with the AI literacy/competency distinction (Chiu et al., 2024), in-service programmes should move beyond conceptual knowledge transfer toward practical competence with authentic geographic data and tools, drawing on the UNESCO teacher competency framework (Miao & Cukurova, 2024) as an international reference. In a world where AI increasingly permeates the production of geographic knowledge, equipping geography students to relate to this technology in an informed, critical, and responsible manner is an educational imperative, and discipline-specific AI literacy frameworks should become an integral component of quality education.

## KAYNAKÇA (9 Punto, 3nk paragraf aralığı, iki yana yaslanmış, alttan 1cm asılı)

Acolin, A., & Kim, A. M. (2022). Teaching data justice: Algorithmic bias and critical spatial analysis in urban planning education. *Journal of Planning Education and Research*. *44*(3), 991-1000. https://doi.org/10.1177/0739456X221116356

Allen, L. K., & Kendeou, P. (2024). ED-AI Lit: An interdisciplinary framework for AI literacy in education. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*. *11*(1), 3-10. https://doi.org/10.1177/23727322231220339

Bearman, N., Jones, N., André, I., Cachinho, H. A., & DeMers, M. (2016). The future role of GIS education in creating critical spatial thinkers. *Journal of Geography in Higher Education, 40*(3), 394–408. https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1144729

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal, 9*(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Casal-Otero, L., Catalá, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education, 10*(1), 29. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7

Chen, C., Wei, M., Zhang, P., Luo, P., & Meng, L. (2026). An infographic framework of GeoAI ethics based on news data. *Cartography and Geographic Information Science, 53*(2), 188–208. https://doi.org/10.1080/15230406.2025.2593949

Chiu, T. K. F., Ahmad, Z., Ismailov, M., & Sanusi, I. T. (2024). What are artificial intelligence literacy and competency? A comprehensive framework to support them. *Computers and Education Open, 6*, 100171. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100171

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. (2021). *Türkiye Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025*. T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi.

Huang, Y.-T., & Chu, C. P. (2026). Curriculum framework for artificial intelligence literacy in veterinary education. *Frontiers in Veterinary Science, 13*, 1801756. https://doi.org/10.3389/fvets.2026.1801756

Jabareen, Y. (2009). Building a conceptual framework: Philosophy, definitions, and procedure. *International Journal of Qualitative Methods, 8*(4), 49–62. https://doi.org/10.1177/160940690900800406

Janowicz, K. (2023). Philosophical foundations of GeoAI: Exploring sustainability, diversity, and bias in GeoAI and spatial data science. In *Handbook of Geospatial Artificial Intelligence* (pp. 26–42). CRC Press.

Janowicz, K., Gao, S., McKenzie, G., Hu, Y., & Bhaduri, B. (2020). GeoAI: Spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond. *International Journal of Geographical Information Science, 34*(4), 625–636. https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1684500

Jekel, T., & Gryl, I. (2020). Educational resources, geographical information, geomedia, and learning. In *Encyclopedia of Education and Information Technologies* (pp. 655–669). Springer.

Juergens, C., & Redecker, A. P. (2023). Basic geo-spatial data literacy education for economic applications. *KN – Journal of Cartography and Geographic Information, 73*, 147–159. https://doi.org/10.1007/s42489-023-00135-9

Kerski, J. J. (2015). Geo-awareness, geo-enablement, geotechnologies, citizen science, and storytelling. *Geography Compass, 9*(1), 14–26. https://doi.org/10.1111/gec3.12193

Laiskhanov, S., & Seminar, Y. (2026). Identifying opportunities for integrating STEM and GeoAI technologies into geographic education. In *Frontiers in Education* (Vol. 11, p. 1774264). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1774264

Lambert, D., & Biddulph, M. (2015). The dialogic space offered by curriculum-making in the process of learning to teach, and the creation of a progressive knowledge-led curriculum. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 43*(3), 210–224. https://doi.org/10.1080/1359866X.2014.934197

Laupichler, M. C., Aster, A., Haverkamp, N., & Raupach, T. (2023). Development of the "Scale for the assessment of non-experts' AI literacy" – An exploratory factor analysis. *Computers in Human Behavior Reports, 12*, 100338. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100338

Lee, J., Cimová, T., Foster, E. J., France, D., Krajňáková, L., Moorman, L., Rewhorn, S., & Zhang, J. (2025). Transforming geography education: The role of generative AI in curriculum, pedagogy, assessment, and fieldwork. *International Research in Geographical and Environmental Education, 34*(3), 237–253. https://doi.org/10.1080/10382046.2025.2459780

Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. https://doi.org/10.1145/3313831.3376727

Mai, G., Hu, Y., Gao, S., Cai, L., Martins, B., Scholz, J., Gao, J., & Janowicz, K. (2022). Symbolic and subsymbolic GeoAI: Geospatial knowledge graphs and spatially explicit machine learning. *Transactions in GIS, 26*(8), 3118–3124. https://doi.org/10.1111/tgis.13012

Manvi, R., Khanna, S., Burke, M., Lobell, D., & Ermon, S. (2024). Large language models are geographically biased. *Proceedings of the 41st International Conference on Machine Learning (ICML), PMLR, 235*, 34654–34669.

Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. https://doi.org/10.54675/ZJTE2084

Miao, F., & Shiohira, K. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortaöğretim Coğrafya Dersi Öğretim Programı (9–12. sınıflar)*. MEB.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2025). *Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ve Eylem Planı 2025–2029*. MEB.

National Research Council. (2006). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum*. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/11019

Nelson, T. A., Goodchild, M. F., & Wright, D. J. (2022). Accelerating ethics, empathy, and equity in geographic information science. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 119*(19), e2119967119. https://doi.org/10.1073/pnas.2119967119

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100041. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041

OECD/European Commission. (2025–2026). *Empowering learners for the age of AI: An AILit framework for primary and secondary education*. OECD.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Singla, R., Pupic, N., Ghaffarizadeh, S. A., Kim, C., Hu, R., Forster, B. B., & Hacihaliloglu, I. (2024). Developing a Canadian artificial intelligence medical curriculum using a Delphi study. *NPJ Digital Medicine, 7*(1), 323. https://doi.org/10.1038/s41746-024-01307-1

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 104*, 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Tolentino, R., Baradaran, A., Gore, G., Pluye, P., & Abbasgholizadeh-Rahimi, S. (2024). Curriculum frameworks and educational programs in AI for medical students: Scoping review. *JMIR Medical Education, 10*, e54793. https://doi.org/10.2196/54793

Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review, 4*(3), 356–367. https://doi.org/10.1177/1534484305278283

Torraco, R. J. (2016). Writing integrative literature reviews: Using the past and present to explore the future. *Human Resource Development Review, 15*(4), 404–428. https://doi.org/10.1177/1534484316671606

Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 33*(01), 9795–9799. https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795

UNESCO. (2023). *Global toolkit on AI and the rule of law for the judiciary*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387331

Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing, 52*(5), 546–553. https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x

Wilby, R. L., & Esson, J. (2024). AI literacy in geographic education and research: Capabilities, caveats, and criticality. *The Geographical Journal, 190*(1), e12548. https://doi.org/10.1111/geoj.12548

Yalçın, A. (2023). Sosyal bilgilerde yapay zekâ ve veri bilimi okuryazarlığının kullanımı. *Izmir Democracy University Social Sciences Journal, 6*(2), 87–123. https://doi.org/10.61127/idusos.1370409

Yeşilyurt, S., Dündar, R., & Demir, R. Z. (2024). Türkiye'de yapay zekâ ve eğitim ilişkisini inceleyen lisansüstü tezlerin analizi: Bir meta sentez çalışması. *Journal of Innovative Research in Social Studies, 7*(1), 47–73. https://doi.org/10.47503/jirss.1484848

Yetişensoy, O., & Rapoport, A. (2023). Artificial intelligence literacy teaching in social studies education. *Journal of Pedagogical Research, 7*(3), 100–110. https://doi.org/10.33902/JPR.202320866

Yiğit Özüdoğru, H. (2024). Cumhuriyet dönemi coğrafya dersi öğretim programları (1924-2024). *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23*(49), 1714–1737. https://doi.org/10.46928/iticusbe.1477944

Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J.-B., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A review of artificial intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity, 2021*, 8812542. https://doi.org/10.1155/2021/8812542